CAPÍTULO
21

BIOCARVÃO COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A PRODUTIVIDADE DE *ERYNGIUM FOETIDUM* L

Jessivaldo Rodrigues Galvão
UFRA
Karine Costa de Almeida
UFRA
Leonardo da Costa Carréra
UFRA
Mauro Junior Borges Pacheco
UFRA
Jeferson Campos Carrera
UFRA
Thiago Costa Viana
UFRA
Rosemiro dos Santos Galate
UFRA
Arley Thoncy Almeida Cardoso
UFRA

RESUMO

A chicória é uma espécie de planta rústica, capaz de crescer e produzir em condições de adversidade, requer solos pouco ácidos e boa disponibilidade hídrica. É bem adaptada as condições edafoclimáticas da região, com características de altas temperaturas, alta umidade relativa e alto índice pluviométrico, podendo ser encontrada em toda a região amazônica. Objetivou-se avaliar o desempenho de mudas de chicória (*E. FOETIDUM* L.) submetidas a adubações químicas e orgânica em associação com o biocarvão. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais, sendo os tratamentos constituídos da associação de solo, com composto orgânico, adubação mineral e biocarvão, definidos pelos seguintes tratamentos: adubação química; adubação orgânica; adubação química + biocarvão; adubação orgânica + biocarvão e apenas solo. Aos 45 dias após o plantio avaliou-se o número de folhas, a área foliar, a massa fresca da parte aérea e da raiz, a massa seca da parte aérea e da raiz, volume e densidade de raízes. Os tratamentos que apresentaram associação com o biocarvão proporcionaram melhor desempenho das mudas de chicória, com destaque para os parâmetros massa fresca e seca da parte aérea e massa seca da raiz, que apresentaram os melhores resultados quando submetidas ao tratamento que associava o biocarvão a adubação orgânica. A massa seca da raiz mostrou melhor desempenho do tratamento que associava adubação química com o biocarvão.

Palavras-chave: *Eryngium Foetidum* L., Fertilizante Mineral, Composto Orgânico, Biofertilizante

doi 10.37885/200500374

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

1. INTRODUÇÃO

A chicória (*Eryngium foetidum* L.) é uma planta pertencente à família Apiaceae utilizada como erva condimentar ou medicinal difundida em vários países como Vietnã eÍndia, bem como na América Central e na Região Amazônica, onde é cultivada principalmente por produtores da agricultura familiar (Cardoso, 1997). É uma espécie que requer solos pouco ácidos, com boa disponibilidade hídrica, bem adaptada as condições edafoclimáticas da região, com características de altas temperaturas, alta umidade relativa e alto índice pluviométrico, podendo ser encontrada em toda a região amazônica (Villachica, 1996).

É uma planta rustica, capaz de crescer e produzir em condições de adversidade, contudo seu rendimento em produção de folhas cresce quando aplicados tratos culturais simples como eliminação de plantas daninhas e invasoras, escarificação do solo, uso de cobertura morta, irrigação, manejo da adubação e poda do pendão floral. Em solos com boa fertilidade natural o cultivo pode ser realizado sem o emprego de adubação química, contudo a adição de matéria orgânica se mostra benéfica a produção, já em solos de baixa fertilidade, como os solos característicos da Amazônia, a utilização de adubação com 10kg de esterco de curral, 80 g de superfosfato triplo, 25g de cloreto de potássio, 20 g de sulfato de magnésio, 10 g de ureia, e 10 g de FTE levou ao incremento de até 200% do rendimento em pesos de folha quando comparado a cultivos sem o uso da adubação (Cardoso, 1997).

Outra proposta ao incremento da produção de chicória por meio da fertilização do solo é o uso do biocarvão, produto originado a partir da pirolise de biomassa, onde alguns estudos apontam a eficácia do seu uso na agricultura, por diminuir a lixiviação dos nutrientes e de água no solo, de modo a garantir a eficiência do uso de nutrientes e água pela planta, atuando como estoque de carbono no solo entre outros benefícios (Lehmann, 2007; Lehmann and Joseph, 2009). Seu potencial como fonte de alguns nutrientes varia conforme as características químicas do material (Mukome, 2013). Podendo-se destacar o biocarvão produzido a partir de casca de castanha do Pará, por apresentar características positivas dentro desse contexto (Ferreira et al., 2016).

Diante disso, o trabalho objetivou avaliar o desempenho de mudas de chicória (*Eryngium foetidum* L.) submetidas adubações química e orgânica em associação com o biocarvão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na área de ciência do solo da Universidade Federal Rural da Amazônia, no município de Belém-PA, com coordenadas (1° 27′ 31″ S, 48° 26′ 4.5″ W). Segundo a classificação de Köppen e Geiger, a região é caracterizada como clima tropical úmido ou superumido, sendo classificada como Af1

O solo utilizado foi latossolo amarelo distrófico, textura média (Embrapa, 2018), coletado da camada de 0-20 cm, com características químicas descritas na tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos de um latossolo amarelo (camada de 0 a 20 cm)

Ph	P	K	Ca	Mg	Al
	------mg/dm³-----		---------------------cmol/dm³-------------------		
4,6	6	22	0,3	0,2	1,4

Foi realizada correção da acidez do solo por meio da calagem com utilização de calcário dolomitico com PRNT de 98%, o solo ficou em processo de encubação durante 30 dias até obter pH de 5,9.

As mudas foram obtidas em área de produtor do município de Santa Izabel, região metropolitana de Belém, e selecionadas após 10 dias de emergência. As mudas utilizadas passaram por processo de aclimatação em copos plásticos durante 10 dias em substrato composto de areia e solo na proporção 3:1, e posteriormente foram transplantadas para vasos com capacidade de 1 dcm-3 de solo, onde foram aplicados os tratamentos.

As adubações químicas foram realizadas baseando--se na análise do solo seguindo as recomendações de Botelho et al (2007). Utilizou-se as quantidades 200 kg ha-1 de ureia e cloreto de potássio, e 1700 kg ha-1 de superfosfato simples. Foram determinadas as quantidades de 333 g de composto orgânico por vaso para tratamentos com adubação orgânica, seguindo a proporção de 3:1.

Nos tratamentos que foi utilizado biocarvão, a quantidade determinada foi de 10 g por vaso, correspondendo a 1% no solo.

O estudo foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos distribuídos em 5 repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: apenas o solo (TC – tratamento controle); adubação química (AQ); adubação orgânica (AO); adubação química + biocarvão (AQBIO); adubação orgânica + biocarvão (AOBIO).

As variáveis analisadas foram: número de folhas (NF); área foliar (AF) matéria fresca da parte aé-

rea (MFPA); matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria fresca da raiz (MFR); matéria seca da raiz (MSR); volume da raiz (VR).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (SISVAR), pelo método de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo, dos tratamentos, para as variáveis número de folhas (NF) e volume de raiz (VR). A massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR), diferiram estatisticamente quanto a sua submissão aos tratamentos aplicados (Tabela 2).

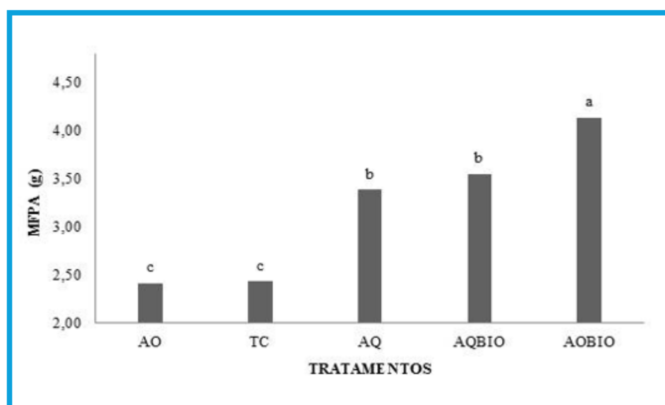
Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) da massa fresca e seca da parte aérea (MFPA) e (MSPA), área foliar (AF), massa fresca e seca da raiz (MFR) e (MSR), volume de raiz (VR) e número de folhas (NF).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios						
		MFPA	MSPA	AF	MFR	MSR	VR	NF
Adubação	4	2.80**	0.07**	2809.62**	0.69**	0.00**	1.10^{ns}	1.16^{ns}
Resíduo	20	0.10	0.00	55.37	0.08	0.00	0.39	0.54
CV (%)	-	10.28	15.48	6.25	10.60	8.00	23.18	15.70

* valor significativo a 5,0%. ** valor significativo a 1,0% e ^{NS} valor não significativo.

Os resultados obtidos de massa fresca da parte aérea das mudas de chicória mostram que a associação do biocarvão com a adubação orgânica (4,13 g planta-^{1}) refletiu em um acréscimo de aproximadamente 70% quando comparados com o TC (2,43 g planta-^{1}), e destacando entre todos os tratamentos. Observa-se que o tratamento AO não refletiu em valores significativos quanto a MFPA (2,41 g planta-^{1}), uma vez que seu valor foi semelhante ao tratamento controle (Figura 1).

Figura 1: Produção de massa fresca da parte aérea (g) de mudas de chicória submetidas a adubação orgânica e química associadas ao biocarvão. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

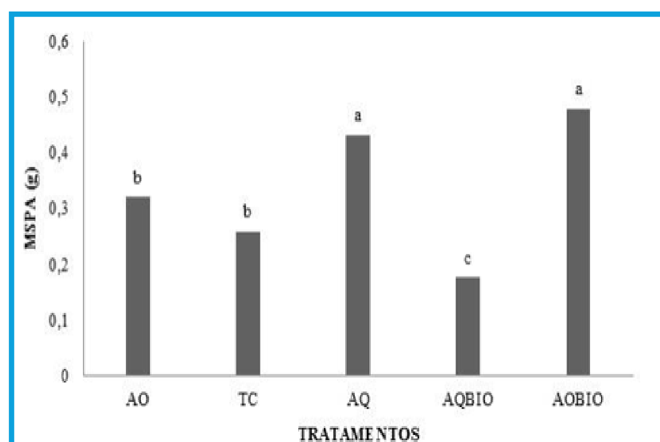


Os resultados do tratamento AQBIO indicam que essa associação não é interessante para o plantio quando se tem como objetivo aumentar o peso fresco de plantas de chicória, haja vista que elevará o custo de produção e o retorno não será significativo. A maior produção de massa fresca da parte aérea no tratamento AOBIO pode estar associada a maior presença de matéria orgânica advindos o composto orgânico e as propriedades condicionantes do solo proporcionadas pelo biochar como aumento da retenção de água, nutrientes no solo, aumento da CTC e pH e a diminuição da perda por lixiviação (Glaser; Lehmann; Zech, 2002; Liang, 2006). Assim como Lima et al. (2013) mostram em seu trabalho, o incremento do substrato com biocarvão proporcionou melhores resultados de massa fresca da parte aérea em beterraba.

Ao avaliar o efeito das adubações mineral e orgânica associadas ao biocarvão em alface, Pereira (2016) observou resultados significativos somente a partir do sexto cultivo, diferentemente do trabalho em questão o qual obteve resultados significativos 45 dias após o transplantio. Este fato pode ser explicado pela diferença entre a matéria prima do biocarvão e composto orgânico, que por sua vez apresentam composição nutricional diferente, bem como relação C/N distintas, que pode ter influenciado a liberação de nutrientes no sistema.

A produção de MSPA obteve comportamento semelhante de produção em relação à MFPA, uma vez que a adubação orgânica associada ao biocarvão (0,48 g planta-^{1}) apresentou uma produção aproximadamente 80 % maior que o TC (0,26 g planta-^{1}). Houve superioridade do tratamento AOBIO em relação aos demais tratamentos, exceto o tratamento AQ (Figura 2).

Figura 2: Massa seca da parte aérea (g) de mudas de chicória submetidas a adubação orgânica e química associadas ao biocarvão. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.



Os tratamentos TC e AO, mostram a mesma tendência dos resultados de MFPA sendo estatisticamente semelhantes. Isto pode ter ocorrido, em virtude de os adubos orgânicos geralmente disponibilizarem seus nutrientes mais lentamente à solução do solo, sendo o tempo de experimento outro fator que pode ter influenciado no baixo acumulo de massa, visto que as plantas foram retiradas do campo antes de completarem seu ciclo.

Biederman e Harpole (2013), trabalhando com biocarvão de diferentes matérias primas, em estudo de meta-analise (técnica estatística que integra os resultados de dois ou mais estudos independentes), mostram um aumento na massa seca de folhas, bem como outros parâmetros como altura de planta, produtividade e número de folhas, que contribuem para o aumento da massa seca da parte aérea, quando aplicado em associação com fertilizante mineral.

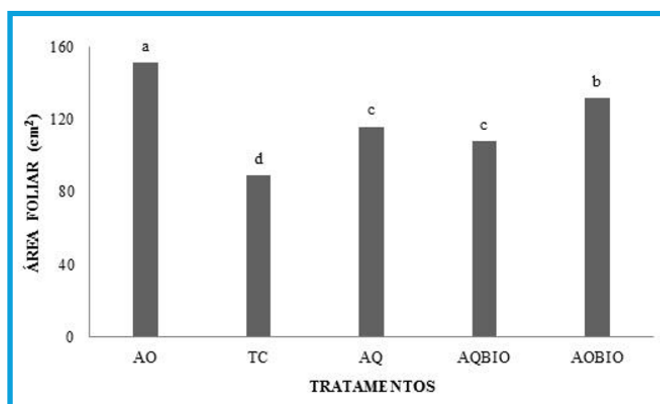
Em trabalho com a cultura do milho e do trigo, Baronti et al. (2010) e Vaccari et al. (2011), destacam o incremento da massa seca das culturas com a utilização de biocarvão de madeira, sugerindo ainda para essas culturas a dose de 60 Mg ha^{-1} de biochar.

Ferreira et al. (2017) ao avaliarem a produtividade da rúcula em função de diferentes substratos condicionadores do solo, obtiveram valor de massa seca significativo, o qual, ocorreu devido a influência dos substratos testados, que proporcionaram mudas de qualidade e adequadas para serem introduzidas no campo e obterem boa produtividade, demonstrando a viabilidade produtiva desses compostos orgânicos. Contrastante a esses estudos, Yachigo e Sato (2013), trabalhando com plantas de espinafre e feijão, não verificaram efeitos contundentes do uso do biocarvão no incremento da massa seca das culturas.

Os experimentos citados acima, apresentaram em sua maioria resultados positivos quanto à utilização da adubação química e orgânica, e sua associação com o biocarvão, o qual se revela uma importante ferramenta no aumento da produtividade de massa seca.

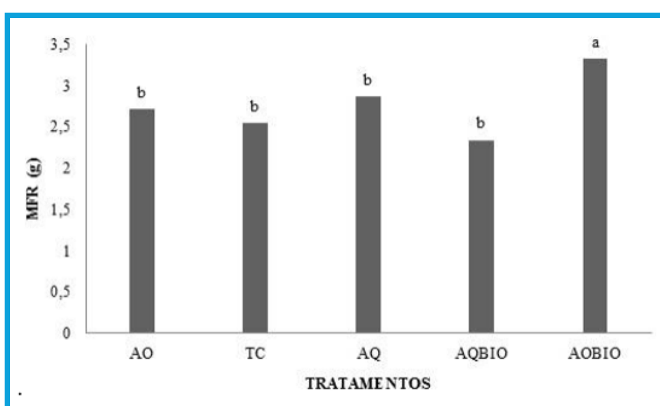
Quanto à área foliar, a adubação orgânica obteve resultados mais satisfatórios (151,31 cm^2 $planta^{-1}$) sendo superior em aproximadamente 70 % ao tratamento controle (88,89 cm^2 $planta^{-1}$), o que indica o maior aumento de área foliar com adubação orgânica de forma isolada (Figura 3).

Figura 3: Área foliar (cm2) de mudas de chicória submetidas a adubação orgânica e química associadas ao biocarvão. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott.



Mariani et al. (2014), que obteve em seu experimento tendência de crescimento linear crescente da área foliar ao utilizar substratos orgânicos com húmus de minhoca. Em contrapartida, Souza et al., (2016), testando como substratos areia e esterco caprino em 2 variedades de mudas de alface, não obteve resultados significativos para a área foliar. A produção de MFR apresentou melhores resultados no tratamento AOBIO (3,32 g $planta^{-1}$), sendo cerca de 30% superiores ao TC (2,54 g $planta^{-1}$). Os tratamentos com a adubação orgânica e química isoladamente não tiveram influência sobre a MFR, não apresentando diferença estatística em relação ao tratamento controle, bem como a associação da adubação química como o biocarvão.

Figura 4: Produção de massa fresca da raiz (g) de mudas de chicória do Norte submetidas a adubação orgânica e química associadas ao biocarvão. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.

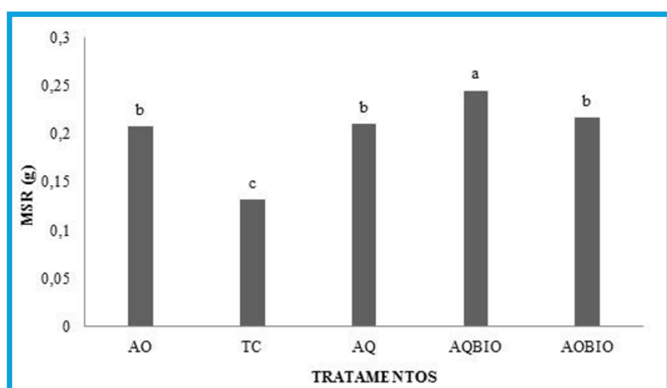


O melhor aproveitamento das raízes pode estar relacionado à melhoria das condições físicas e nutricionais do solo quando em associação com o biocarvão e o composto orgânico, pois esses fatores associados proporcionam ao solo uma maior aeração, maior retenção de água, diminuição da lixiviação de nutrientes, aumento da CTC, melhoria dos atributos biológicos do solo e diminuição da densidade do solo.

Canellas et al. (2015) demonstram que há aumento no crescimento de raízes fina em detrimento da presença de matéria orgânica no solo. Schulz et al. (2013) mostra que existe relação positiva entre a associação do biocarvão com composto orgânico, no que diz respeito a melhoria das qualidades do solo e ao aumento da massa fresca total das plantas. Este fato também é citado por Milla et al. (2013), onde os autores observam o aumento de massa fresca de raiz na cultura do espinafre com a aplicação do biocarvão de casca de arroz carbonizada, bem como de outros parâmetros como largura de folha e tamanho de haste.

Entretanto Petter et al. (2012), observaram em seus estudos a relação negativa da adição de biocarvão ao substrato para produção de mudas de duas espécies de eucalipto no estado do Mato Grosso, obtendo como resultado a diminuição da massa fresca da raiz em ambas as espécies cultivadas. Para massa MSR, o tratamento que apresentou maior destaque foi a AQBIO, com 0,24 g planta-^{1}, apresentando-se cerca de 85% superior ao TC (0,13 g planta-^{1}). Esta variável mostra uma quebra na tendência em relação às demais variáveis avaliadas, confirmado pela diferença estatística do mesmo em comparação aos demais tratamentos (Figura 5). Os tratamentos AOBIO, AO e AQ não apresentaram diferença estatística entre si.

Figura 5: Produção de massa seca da raiz (g) de mudas de chicória submetidas a adubação orgânica e química associadas ao biocarvão. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott.



A maior massa seca de raiz no tratamento AQBIO pode ter ocorrido devido a uma maior absorção de nutrientes pela planta quando esse nutriente se encontra prontamente disponível no solo ou em forma mais facilmente absorvível. A quebra de tendência da SR em relação a MFR pode estar associada ao maior armazenamento de água nas raízes, devido sua maior disponibilidade proporcionado pelos efeitos benéficos do biocarvão nas propriedades do solo

De forma contraditória, Pereira et al. (2016), trabalhando com a cultura da alface, observou que não houve incremento da MSR com o uso do biocarvão associado a adubação química, obtendo resultados semelhantes aos das adubações tratadas de forma isolada. Esse fato pode destacar o efeito diferenciado do biocarvão dependendo do seu material de origem.

Souchie et al. (2011), em estudo com *Tachigalivulgaris* (carvoeiro do cerrado), verificaram que a adição de biocarvão ao substrato proporcionou um incremento de massa seca de raiz para a espécie. De forma semelhante, Souza et al. (2006), verificou o aumento da matéria seca da raiz de mudas de crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot.), cultivadas em diferentes substratos com a aplicação de biocarvão.

De acordo com Petter et al. (2012), o uso do biocarvão contribui para melhorar a absorção de nutrientes, em função de suas superfícies reativas nas bordas das estruturas aromáticas de seus poros, onde essa característica eleva as concentrações de bases, reduzindo a acidez do substrato. Ainda segundo Petter et al. (2012), outra explicação para as boas respostas da planta ao uso do biocarvão está relacionada a um possível efeito eletrofisiológico do carbono pirogênico na planta, onde sugere-se a redução na energia gasta para a absorção de quantidades necessárias de nutrientes, podendo esse efeito ser comparado ao observado para as substancias húmicas (NARDI et al., 2012), e também variável entre espécies vegetais.

Porém, ainda são necessários estudos mais aprofundados a cerca desses temas, o que não desmerece o excelente papel do biocarvão na melhoria do solo e meio ambiente. No que diz respeito ao presente trabalho, os dados mostram a necessidade de estudos complementares neste campo, com o objetivo de avaliar o comportamento das mudas de chicória produzidas com adição de biocarvão ao substrato, bem como os efeitos fisiológicos do biochar em plantas desta espécie.

4. CONCLUSÃO

A adubação orgânica associada ao biocarvão promove aumento na produção de massa seca e massa fresca da parte aérea, assim como massa fresca das raízes em mudas de chicória. A adubação orgânica, aplicada isoladamente, proporciona maior área foliar em mudas. O biocarvão apresenta-se como uma boa alternativa de incremento na produção de chicória de chicória. A massa seca de raiz apresenta maior desempenho com a adubação química associada ao biochar.

REFERÊNCIAS

Cardoso MO. Hortaliças não convencionais da Amazônia. Manaus, Embrapa - CPAA, 1997, p. 121-26. < http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1014747>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Villachica, H. Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica, 1996, 385p.

Lehmann, J. 2007. Bioenergy in the black. Frontiers in Ecology and the Environment. 2007 set v.5, n.7, p.381-387. doi: 10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITB]2.0.CO;2<https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITBorgeous2.0.CO;2>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Lehmann, J, Joseph S. Biochar for environmental management: science and technology. Earthscan, p.1-12. London 2009. <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/First%20proof%2013-01-09.pdf> Acesso em: 10 fev. 2020.

Mukome FND, Zhang X, Silva LCR, Six J, Parikh SJ. Use of chemical and physical characteristics to investigate trends in biochar feedstocks. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.61, p.2196-2204, 2013, doi:10.1021/jf3049142 < https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf3049142>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Ferreira AB, Foletto EL, Jahn SL, Collazzo GC. Produção de biochar a partir de pirólise de biomassas e sua aplicação como adsorvente. Anais: 22º BECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Rio Grande do Norte, 2016. <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/408-011.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. < http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf> Acesso em: 10 fev. 2020.

Botelho SM.; Cheng S.; Viégas IJM. Alface e outras folhosas (Jambu, Coentro, Salsa, Cebolinha, Couve, Rúcula, Chicorinha). In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. 1. ed. 262 p. rev. atual. 2007. < https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2016-GILBERTA-CARNEIRO-SOUTO.pdf> Acesso em: 10 fev. 2020.

Glaser B.; Lehmann J.; Zech W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. Biology and Fertility of Soils, v.35, n.4 p.219–230. 2002. <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/BiolFertSoils%2035,%20219-230,%202002%20Glaser.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Liang B, Lehmann J, Solomon D, Kinyangi J, Grossman J, O'neill B; J. O. Skjemstad JO, Thies J, Luizão FJ, Petersen J, Neves EG. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal. 2006 out v. 70, n. 5, p. 1719-1730. doi:10.2136/sssaj2005.0383. < https://experts.umn.edu/en/publications/black-carbon-increases-cation-exchange-capacity-in-soils> Acesso em: 10 fev. 2020.

Lima, S. L, Marimon-Junior BH, Petter FA, Tamiozzo S, Buck G B, Marimon BS. Biochar as substitute for organic matter in the composition of substrates for seedlings. Acta Scientiarum Agronomy, v. 35 n. 3 p. 333-341. 2013. Doi: 10.4025/actasciagron.v35i3.17542 < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2016000200120> Acesso em: 10 fev. 2020.

Pereira DC. Efeito de adubações orgânica e mineral associadas ao biochar sobre parâmetros do solo e produtividade da alface. [tese]. (PR) Universidade Estadual de Oeste do Paraná, 2016. 68 p. < http://tede.unioeste.br/handle/tede/2701> Acesso em: 10 fev. 2020.

Biederman LA, Harpole W S. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. Global Change Biology Bioenergy, v. 5, n.2, p. 202-214, 2013. < https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcbb.12037> Acesso em: 10 fev. 2020.

Baronti S, Alberti G, Vedove GD, Gennaro FD, FelletG, Genesio L, Miglietta F, Peressotti A, Vaccari FP. The biochar option to improve plant yields: first results from some field and pot experiments in Italy. Italian Journal of Agronomy,

v. 5, n.1, p. 3-11, 2010. DOI: 10.4081/ija.2010.3 < http://scholar.google.com/citations?user=_XFI4WkAAAAJ&hl=it> Acesso em: 10 fev. 2020.

Vaccari FP, Baronti EL, Genesio L, Castaldi S, Fornasier F, Miglietta F. Biochar as a strategy to sequester carbon and increase yield in durum wheat. European Journal of Agronomy, v. 34, n. 4, p. 231-238, 2011. DOI: 10.1016/j.eja.2011.01.006

Ferreira RLF, Araújo NSE, Alves GKEB, Simões AC, Boldt RH. Qualidade de mudas e produtividade de rúcula em função de condicionadores de substratos. ACSA, Patos – PB, v.13, n.3, p.179-186, 2017.

Yachigo M.; Sato S. Leachability and Vegetable Absorption of Heavy Metal from Sewage Sludge Biochar. In: SORIANO, M. C. H. Soil Processes and Current Trends in Quality Assessment. Environmental Sciences, v.1, p.399-416, 2013. < https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17926/1/2015_AlexAntonioTorresCortesSousa.pdf> Acesso em: 10 fev. 2020.

Mariani A, Motta IS, Padovan MP, Carneiro LF, Costa KF, Santos MCS. Substratos alternativos com húmus de minhoca na produção de mudas de chicória. Cadernos de Agroecologia, V. 9, N. 4, p. 1-9, 2014. < http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16797> Acesso em: 10 fev. 2020.

Souza AAL, MoreiraFJC, AraújoBA, LopesFGN, Silva MÊS, Carvalho BS. Desenvolvimento inicial de duas variedades de Alface em função de dois tipos de substratos e Cobertura do solo. Brazilian Journal of BiosystemsEngineering, 2016 v. 10, p. 316-326. Doi: 10.18011/bioeng2016v10n3p316-326 < http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/428/299> Acesso em: 10 fev. 2020.

Canellas LP, Olivares FL, Aguiar NO, Jones DL, Nebibioso A, Mazzei P, Poccolo A. Humic and fluvic acids as biotimulants in horticulture. Scientia horticulturae. 2015 v. 196, p15-27, doi:10.1016/j.scienta.2015.09.013.

Schulz H, Dunst G, Glase B. Positive effects of composted biochar on plant growth and soil fertility Agronomy for Sustainable Development, 2013 v. 33, n. 4, p 817–827. < https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01201399/document> Acesso em: 10 fev. 2020

Milla OV, Rivera EB, Huang W J, Chien CC, Wang YM. Agronomic properties and characterization of rice husck and wood biochars and their effect on the growth of water spinach in a field test. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2013 vol.13 no.2 p. 251-266, doi: 10.4067/S0718-95162013005000022. < https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pi8-95162013000200002&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 10 fev. 2020.

Petter FA, Madari BE, Soler MAS, Carneiro MA, Carvalho MT, Marimon-Junior BH, Pacheco LP. Soil fertility and agronomic responseof rice to biochar application in the Brazilian savannah. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2012 v. 47, n. 5, p. 699-706. < http://www1.ufmt.br/ppga/arquivos/d955632023d75e774a923fe34e742569.pdf> Acesso em: 10 fev. 2020.

Souchie FF, Petter FA, Marimon-Junior BH, Madari BE, Marimom BS, Lenza E. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de Tachigalivulgaris. Ciência Florestal, Santa Maria. 2011. v. 21, n. 4, p. 811-821, dez., . doi: http://dx.doi.org/10.5902/198050984526 < https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4526/0> Acesso em: 10 fev. 2020.

Souza GKA. et al. Growth of crajiru (Arrabidaea chica Verlot.) on different growing media Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Botucatu, 2006 v. 8, n. esp., p. 62-65. < https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/680890> Acesso em: 10 fev. 2020.

Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 34, n. 10, p. 1527-1536, 2002. doi:10.1016/S0038-0717(02)00174-8 <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000072&pid=S0103-84782011000400011000011&lng=en> Acesso em: 10 fev. 2020.